ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:201812.00437v1

不同脂肪酸来源代乳品对哺乳期犊牛生长性能和营养物质消化代谢影响[1]

胡凤明　董利锋　毕研亮　马俊南　王　炳　刁其玉　屠　焰*

（中国农业科学院饲料研究所，奶牛营养学北京市重点实验室，北京　100081）

摘　要：本试验通过以椰子油和棕榈油替代代乳品中的乳脂,研究对哺乳期犊牛生长性能和营养物质消化代谢的影响。试验选取 60 头初生荷斯坦公犊牛，随机分成 5 组，分别饲喂等氮等能但脂肪源不同的 5 种代乳品：1）代乳品中脂肪全部来自于乳脂；2）代乳品中脂肪中 50%来自于椰子油，50%来自于乳脂；3）代乳品中脂肪中 100%来自于椰子油；4）代乳品中脂肪中 50%来自于棕榈油，50%来自于乳脂；5）代乳品中脂肪中 100%来自于棕榈油。试验期 56 d。结果显示：1）椰子油或棕榈油 50%和 100%替代乳脂对 14~56 日龄犊牛平均日增重、干物质采食量、饲料转化率和腹泻率的没有显著影响（P>0.05）；2）椰子油或棕榈油 50%和 100%替代乳脂对哺乳期犊牛血清总胆固醇、甘油三酯、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇和游离脂肪酸含量的影响不显著（P>0.05）；3）椰子油或棕榈油 50%和 100%替代乳脂对哺乳期犊牛干物质、有机物、粗脂肪、钙、磷表观消化率和能量利用率的影响不显著（P>0.05）。结果提示，椰子油和棕榈油替代乳脂改变了代乳品中的脂肪酸组成，但不同脂肪酸组成的代乳品对哺乳期犊牛生长性能和营养物质消化代谢无显著影响。

关键词：哺乳期犊牛；椰子油；棕榈油；代乳品；生长性能；消化代谢

中图分类号：S823

哺乳期犊牛消化及免疫系统发育并不完善，主要依赖先天免疫系统抵御致病菌感染[1-2]，美国动物健康检测系统（National Animal Health Monitoring System，NAHMS）研究显示断奶前犊牛的死亡率在6.4%~10.8%，较高的死亡率给犊牛的培育带来巨大挑战。蛋白质和能量供给对哺乳期犊牛健康和生长非常重要。而脂肪作为能源物质对犊牛生长发育也至关重要，哺乳期犊牛摄入的消化能中约35%来源于代乳品中的可消化脂肪[3]。Garcia等[4]研究发现，使用大豆油替代椰子油在一定程度上改善犊牛的生长性能和免疫状况。Hill等[5]研究发现，犊牛代乳品或开食料中添加亚麻油钙盐供给亚麻酸（C18:3）显著增加了3月龄内犊牛的平均日增重（ADG）和饲料转化率（FCR）。Bowen等[6]改变了代乳品中的脂肪酸组成，研究发现中链脂肪酸对犊牛生长性能和健康具有潜在的益处。这表明脂肪来源或脂肪酸组成不同对犊牛生长性能和营养物质消化代谢会产生不同的影

收稿日期：2017-10-23

基金项目：奶牛产业技术体系北京市创新团队专项（BAIC06-2017）

作者简介：胡凤明（1991-），男，河南新乡人，硕士研究生，研究方向为反刍动物生理与营养。E-mail：hufengming2017@163.com

*通信作者：屠焰，研究员，博士生导师，E-mail：tuyan@caas.cn

chinaXiv:201812.00437v1

响，尤其是中链脂肪酸（medium chain fatty acid,MCFA）或功能性必需脂肪酸（EFA）可能具有潜在的促生长作用。然而，关于脂肪水平以及脂肪酸组成对犊牛生长和发育的研究并不多，而关于椰子油和棕榈油在犊牛哺乳期的应用研究相对更少。

椰子油和棕榈油是从棕榈科植物的果实中提取的天然植物油脂，2007—2017年全球范围内椰子油和棕榈油年供应量分别在518万~663万t和7 782万~12 009万t[7]，并分别占植物油脂产量的2.5%和38%，油棕（棕榈油植被）的种植面积占世界植物油植物种植面积的5%[8]，棕榈油目前已经超过大豆油成为第1大植物油脂。

椰子油中C6~C12脂肪酸即中链脂肪酸含量丰富[9]，其中含量最多的是月桂酸（C12:0），约占总脂肪酸的45%~53%，而且许多研究已经表明，椰子油的特性与月桂酸有关[10]；棕榈油含有丰富的饱和脂肪酸，主要是棕榈油（C16:0），而与椰子油相比棕榈油含有高含量的油酸（C18:1）和亚油酸（C18:2）[11]。全脂奶粉是由母乳干燥加工制成的，基本保留母乳的营养成分，脂肪酸组成相比植物油脂更加丰富，其中肉豆蔻酸（C14:0）含量与椰子油含量相近，长链脂肪酸以C16:0和硬脂酸（C18:0）为主，含量低于棕榈油，不饱和脂肪酸以油酸和α-亚麻酸（C18:3，alpha linolenic acid,ALA）为主，α-亚麻酸含量高于椰子油和棕榈油含量。椰子油中的MCFA与其他植物油脂中的长链脂肪酸（碳链>14的脂肪酸，long chain fatty acid, LCFA）相比能迅速被消化[9-10]，且中链甘油三酯（medium chain triglycerides,MCT）在肝脏中的氧化代谢高于长链甘油三酯（long chain triglycerides,LCT）[12]，由此推断MCFA的利用率可能优于LCFA。Mills等[13]也研究发现，饲喂椰子油增加了犊牛肝脏和胴体中脂肪含量。饲粮中适宜的必需营养素供应有益于初生犊牛正常生长[4]，亚油酸和α-亚麻酸是机体所需的必需脂肪酸，适宜的亚油酸或α-亚麻酸能促进断奶前犊牛的生长，改善免疫机能，提高饲料利用率[4-5,14]。我国用于饲料生产的乳制品数量匮乏，大量依赖进口，采用其他原料替乳制品是发展我国幼畜专用饲粮生产的有潜力途径。因此，本试验通过以椰子油和棕榈油替代代乳品中的乳脂，改变代乳品中的脂肪酸组成，研究不同脂肪酸组成的代乳品对哺乳期犊牛生长性能和营养物质消化代谢的影响，为植物油脂在犊牛饲粮中的应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验时间与地点

本试验于 2016 年 9—12 月在北京市顺义区北小营镇望加牛场开展。

1.2 试验设计

本试验采用单因素试验设计，在等氮等能情况下，以椰子油或棕榈油提供的脂肪，部分替代以全脂奶粉提供的乳脂，设计 5 种不同的脂肪源的代乳品：1)代乳品中脂肪全部来自于乳脂（W100

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:201812.00437v1

组）；2）代乳品中脂肪中 50%来自于椰子油，50%来自于乳脂（C50 组）；3）代乳品中脂肪中 100%来自于椰子油（C100 组）；4）代乳品中脂肪中 50%来自于棕榈油，50%来自于乳脂（P50 组）；5）代乳品中脂肪中 100%来自于棕榈油（P100 组）。各组代乳品粗蛋白质（CP）、总能(GE)和粗脂肪（EE）水平一致，且适应该阶段犊牛正常生长的营养需要（CP 含量 24%、总能 19%、EE 含量 12%）[16]，由北京精准动物营养研究中心提供（国家发明专利 CN 02128844.5）；开食料为适宜犊牛断奶前需要的混合型颗粒料，直径 0.32 cm，CP 和 EE 含量分别为 22%和 4%，由北京三元禾丰牧业有限公司提供。代乳品组成及营养水平见表 1，开食料组成及营养水平见表 2。椰子油和棕榈油经喷雾干燥后包被麦芽糖浆和酪蛋白（成品中麦芽糖含量 14%，酪蛋白含量 3%）。全脂奶粉、椰子油、棕榈油及代乳品中脂肪酸组成见表 3。

表 1　代乳品组成及营养水平

Table1　Composition and nutrient levels of milk replacers　　%

项目	组别 Groups				
Items	W100	C50	C100	P50	P100
原料（风干基础） Ingredients （air-dry basis）					
全脂奶粉 Whole milk powder	48.00	21.00		21.00	
椰子油脂肪粉 Coconut oil powder		7.60	14.00		
棕榈油脂肪粉 Palm oil powder				7.80	15.00
脱脂奶粉 Skim milk powder	5.00	12.00	30.00	12.00	31.00
乳清浓缩蛋白 Whey protein concentrate	10.00	14.00	13.00	14.00	12.00
其他 Others	37.00	45.40	43.00	45.20	42.00
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平(干物质基础) Nutrient levels (DM basis)					
干物质 DM	94.87	95.04	95.25	95.28	95.26
粗蛋白质 CP	25.35	25.25	25.64	25.91	25.17
有机物 OM	93.64	93.90	94.08	93.67	93.66
总能 GE/(MJ/kg)	20.16	20.19	20.27	20.10	20.34
粗脂肪 EE	12.66	12.42	12.44	12.50	12.17
钙 Ca	1.44	1.52	1.47	1.44	1.43
磷 P	1.33	1.34	1.33	1.30	1.29

其他包含预混料、不含乳脂的载体及不含植物源性的蛋白质，预混料为每千克代乳粉提供 Others contain premix, carrier without butterfat and protein without vegetable protein, the premix provides the following per kg of milk replacer:VA 15 000 IU,VD_3 5 000 IU,VE 50 g,赖氨酸 Lys 22g,蛋氨酸 Met 5g,Fe 120 mg,Cu 8 mg,Mn 80 mg, Zn 80 mg,Se 0.3 mg,I 1.0 mg,Co 0.3 mg。

表2　开食料组成及营养水平

Table 2　Composition and nutrient levels of the starter　　%

项目 Items	含量 Content

原料（风干基础） Ingredients（air-dry basis）	
玉米 Corn	25.00
膨化玉米 Extruded corn	10.00
面粉 Flour	4.50
豆粕 Soybean meal	25.00
膨化大豆 Extruded soybean	8.00
麦麸 Wheat bran	6.00
糖蜜豆皮 Soybean molasses	7.00
干酒糟及其可溶物 DDGS	5.00
葡萄糖 Glucose	2.00
乳清粉 Dried whey powder	3.00
石粉 Limestone	2.20
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	0.50
食盐 NaCl	0.80
预混料 Premix[1)]	1.00
合计 Total	100.00
营养水平（干物质基础） Nutrient levels (DM basis)	
干物质 DM	89.50
粗蛋白质 CP	23.63
有机物 OM	92.31
总能 GE/(MJ/kg)	18.32
粗脂肪 EE	4.98
中性洗涤纤维 NDF	16.56
酸性洗涤纤维 ADF	6.78
钙 Ca	1.51
磷 P	0.96

73 预混料为每千克开食料提供 The premix provided the following per kg of the starter:VA 15 000 IU,VD 5 000

74 IU,VE 50 mg,Fe 90 mg,Cu 12.5 mg,Mn 60 mg,Zn 100 mg,Se 0.3 mg,Co 0.5 mg。

75 表3 全脂奶粉、椰子油、棕榈油及代乳品中脂肪酸组成

76 Table 3 Fatty acid composition of whole milk powder, coconut oil, palm oil and milk replacers %

项目 Items	全脂奶粉 Whole milk powder[1)]	椰子油 Coconut oil[1)]	棕榈油 Palm oil[1)]	组别 Groups[2)]				
				W100	C50	C100	P50	P100
总脂肪酸 TFA[3)]	23.29	78.03	85.52	11.18	10.82	10.92	11.56	12.83
占总脂肪酸的比例 Percentage of TFA								
己酸 C6:0	1.37	0.49	0.04	1.37	0.89	0.49	0.60	0.04
辛酸 C8:0	0.99	6.24	0.02	0.99	3.87	6.24	0.43	0.02
癸酸 C10:0	2.79	5.42	0.04	2.79	4.23	5.42	1.20	0.04
月桂酸 C12:0	4.85	44.76	0.22	4.85	26.73	44.76	2.18	0.22
肉豆蔻酸 C14:0	13.57	18.13	1.18	13.57	16.07	18.13	6.42	1.18
十五烷酸 C15:0	1.46	0.01	0.06	1.46	0.67	0.01	0.65	0.06
十五烷烯酸 C15:1	0.04	0.03	0.01	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01
棕榈酸 C16:0	35.98	10.66	51.84	35.98	22.11	10.66	45.13	51.84
棕榈油酸 C16:1	1.80	0.03	0.13	1.80	0.83	0.03	0.84	0.13

chinaXiv:201812.00437v1

ChinaXiv合作期刊

珍珠酸 C17:0	0.82	0.01	0.13	0.82	0.38	0.01	0.42	0.13
硬脂酸 C18:0	11.68	3.49	5.53	11.68	7.19	3.49	8.13	5.53
油酸 C18:1	20.57	8.28	32.33	20.57	13.83	8.28	27.35	32.33
亚油酸 C18:2	0.86	2.02	7.54	0.86	1.50	2.02	4.71	7.54
亚麻酸 C18:3	0.82	0.10	0.15	0.82	0.42	0.10	0.43	0.15
花生酸 C20:0	0.21	0.12	0.43	0.21	0.16	0.12	0.34	0.43
花生烯酸 C20:1	0.09	0.08	0.14	0.09	0.08	0.08	0.12	0.14
山嵛酸 C22:0	0.13	0.03	0.09	0.13	0.07	0.03	0.11	0.09
木焦油酸 C24:0	0.30	0.05	0.11	0.30	0.16	0.05	0.19	0.11
其他 Other	1.67	0.05	0.01	1.67	0.78	0.05	0.72	0.01
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
中链脂肪酸 MCFA	10.00	56.91	0.32	21.18	46.53	56.91	15.97	13.15
饱和脂肪酸 SFA	74.15	89.41	59.68	74.15	82.52	89.41	65.80	59.68
不饱和脂肪酸 UFA	24.17	10.53	40.31	24.17	16.70	10.53	33.48	40.31
不饱和/饱和比例 UFA/SFA	0.33	0.12	0.68	0.33	0.20	0.12	0.51	0.68
单不饱和脂肪酸 MUFA	22.50	8.41	32.61	22.50	14.78	8.41	28.33	32.61
多不饱和脂肪酸 PUFA	1.67	2.13	7.69	1.67	1.92	2.13	5.15	7.69
n-6/PUFA	0.86	2.02	7.54	0.86	1.50	2.02	4.71	7.54
n-3/PUFA	0.82	0.10	0.15	0.82	0.42	0.10	0.43	0.15
n-6/n-3	1.05	19.75	49.62	1.05	3.53	19.75	10.89	49.62

1) 实测值 Analyzed values。

2) 计算值 Calculated values。

3) 原料或代乳品中的含量 Contents in materials or milk replacers。

1.3 试验动物及饲养管理

选取健康、胎次和品种相同的荷斯坦公犊牛60头，随机分成5组，每组12头。犊牛出生后2 h内饲喂足量初乳，1~5日龄饲喂初乳和常乳，6日龄时运输到试验基地，按组别分圈饲养，每圈（6 m×8 m）12头牛，分设12个饲喂栏，独立饲喂代乳品和开食料。7~14日龄为预试期，进行代乳品过渡，14~56日龄为正试期。圈舍内每周清理、消毒，保持环境卫生。代乳品粉末使用50~60 ℃的温水冲泡成乳液（代乳品质量：水体积=1:7），待温度降至（39±1） ℃时饲喂犊牛。犊牛21日龄前每日饲喂3次，21日龄后（含）每日饲喂2次，代乳品按犊牛体重的1.2%[干物质(DM)基础]饲喂，每2周调整1次。14日龄开始投喂开食料，自由采食，自由饮水。每天记录牛舍内外环境最高温度和最低温度，温度记录见图1。

chinaXiv:201812.00437v1

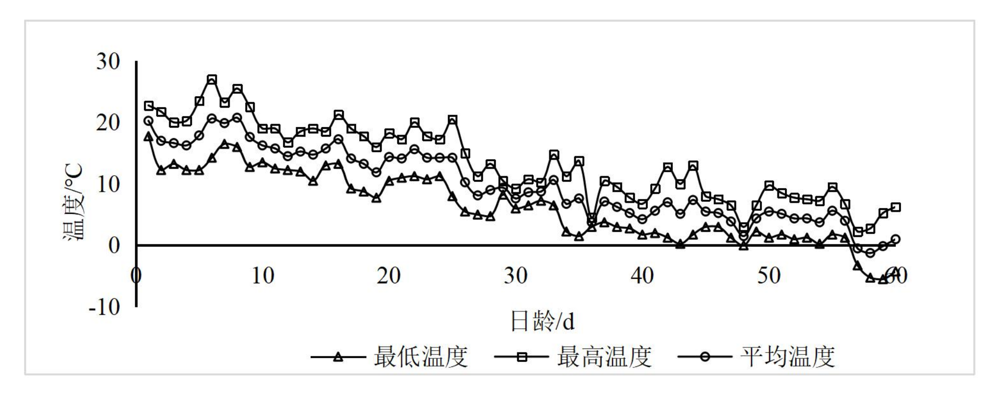


图1 环境温度

Fig.1 Environment temperature

1.4 样品采集与测定

1.4.1 饲粮样品采集与测定

试验期间每天采集代乳品和开食料样品，-4 ℃保存，试验结束后将采集的样品混匀，依照AOAC（2000）[17]的方法分析，CP含量使用Kjeltec-8420 FOSS自动蛋白质测定仪测定（AOAC Official Method 942.05），EE含量使用ANKOM-XT15i全制动脂肪分析仪测定（AOAC Official Method 920.39），粗灰分（Ash）含量使用马弗炉进行测定（AOAC Official Method 942.05），中性洗涤纤维（NDF）和酸性洗涤纤维（ADF）含量使用纤维消煮炉进行测定（AOAC Official Method 2002.04和AOAC Official Method 973.18），钙含量使用TAS-986S型原子吸收光谱仪进行测定（AOAC Official Method 927.02），磷含量使用MAPADA UV-6100PC紫外可见分光光度计进行测定（AOAC Official Method 965.17）。总能使用PARR-6400全自动氧弹量热仪进行测定。

全脂奶粉、椰子油脂肪粉和棕榈油脂肪粉中脂肪酸含量参考GB/T21514-2008方法，采用Agilent7890N气相色谱仪进行测定。

1.4.2 生长性能测定

每天记录代乳品和开食料的采食量，计算犊牛干物质采食量（DMI）和饲料转化率。14 和 56 日龄晨饲前称重，分别测定体高、胸围和体斜长。每天 07:00 至 18:00 不间断观察犊牛排便情况，根据粪便形状、颜色、松软程度等进行粪便评分：1 分正常，粪便条形或粒状；2 分正常，粪便能成型，较软；3 分不正常，不成形，较稀；4 分不正常，粪水分离，颜色正常；5 分不正常，粪水分离，颜色异常[15]。3 分（含）以上记为腹泻，计算腹泻率和粪便指数，计算公式如下[18]：

腹泻率（%）=100×腹泻头数/总头数；

粪便指数=粪便评分之和/总头数。

1.4.3 血样采集与测定

chinaXiv:201812.00437v1

ChinaXiv合作期刊

每组选取 6 头接近平均体重的犊牛，在 56 日龄晨饲前利用真空促凝管采集颈静血液（约 10 mL），3 000 r/min 离心 10 min，收集血清置于 1.5 mL 离心管中，-20 ℃保存。测定血清中的总胆固醇（TC）、甘油三酯（TG）、高密度脂蛋白胆固醇（HDL-C）、低密度脂蛋白胆固醇（LDL-C）和游离脂肪酸（NEFA）含量。TC 含量采用氧化酶法测定，TG 含量采用甘油磷酸氧化酶法测定，HDL-C 和 LDL-C 含量采用直接法测定，NEFA 含量采用双抗体夹心酶联免疫吸附试验（ELISA）法测定（KHB-1280 全自动生化仪），试剂盒由上海科华生物工程股份有限公司提供。

1.4.4 消化代谢试验

42 日龄时每组选取 6 头接近平均体重的犊牛，采用全收粪尿法进行消化代谢试验。试验期 7 d，预试期 3 d，正试期 4 d，正试期每天记录犊牛采食量、排粪量和排尿量。收集粪便总量的 10%作为混合样，每 100 g 鲜粪加入 10%的稀硫酸 10 mL 固氮。收集排尿量的 1%作为混合样品，用 10%稀硫酸调整尿样使 pH≤3。收集的粪样、尿样于-20 ℃保存待测。粪样 CP、EE、Ash、NDF、ADF、Ca、P 含量参照 AOAC（2000）[17]的方法测定，粪样 GE 和尿能采用全自动氧弹量热仪进行测定。

计算饲粮能氮代谢相关指标，计算公式如下：

$$消化能[MJ/(kgW^{0.75}\cdot d)]=摄入总能-粪能；$$

$$代谢能[MJ/(kgW^{0.75}\cdot d)]=摄入总能-粪能-尿能-甲烷能；$$

$$总能表观消化率(\%)=消化能/摄入总能；$$

$$总能代谢率(\%)=代谢能/摄入总能；$$

$$消化能代谢率(\%)=代谢能/消化能。$$

式中：甲烷能按总能的8%计算[19]。

1.5 统计分析

采用SAS 9.4进行统计分析，ADG、DMI、饲料转化率、体尺、粪便指数、腹泻率、血清指标和消化代谢数据均使用ANOVA进行方差分析，差异显著时采用Duncan氏法进行多重比较，$P<0.05$表示差异显著，$0.05\leq P<0.10$差异表示具有显著的趋势。

2 结 果

2.1 椰子油和棕榈油对哺乳期犊牛生长性能的影响

2.1.1 生长性能

由表4可知，各组间的初重、末重、ADG、代乳品采食量、开食料采食量、总DMI和饲料转化率差异不显著（$P>0.05$），但从数值上看，C100组和P100组ADG和饲料转化率均低于W100组、

chinaXiv:201812.00437v1

C50组和P50组，C100组ADG与W100组和C50组相比分别降低了16.4%和11.7%，P100组ADG与W100组和P50组相比分别降低了21.8%和11.9%，C100组的饲料转化率与W100组和C50组相比分别降低了17.2%和12.7%，P100组饲料转化率与W100组和P50组相比分别降低了19.0%和7.8%。

表4　椰子油和棕榈油对哺乳期犊牛生长性能的影响

Table 4　Effects of the coconut oil and palm oil on growth performance of sucking calves

项目 Items	组别 Groups					SEM	*P* 值 *P*-value
	W100	C50	C100	P50	P100		
初重 Initial weight/kg	44.1	43.9	43.4	44.2	43.7	0.13	0.387
末重 Final weight/kg	72.7	71.0	67.3	69.6	66.0	1.06	0.306
平均日增重 ADG/(g/d)	680.7	644.8	569.4	604.3	532.6	24.47	0.348
代乳料采食量 Milk replacer intake/(g/d)	586.32	594.14	584.62	594.04	579.20	4.620	0.858
开食料采食量 Starter intake/(g/d)	592.88	584.27	594.76	601.10	564.60	8.523	0.703
干物质采食量 DMI/(g/d)	1 179.20	1 178.41	1 179.38	1 195.14	1 143.80	12.874	0.639
饲料转化率 FCR	0.58	0.55	0.48	0.51	0.47	0.017	0.230

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（$P<0.05$），相同或无字母表示差异不显著（$P>0.05$）。下表同。

Values in the same row with different small letter superscripts mean significant differences ($P<0.05$), while with the same or no letters mean no significant difference ($P>0.05$). The same as below.

2.1.2　体尺指标

由表5可知，试验全期各组间体高、体斜长和腰角宽初始值差异不显著（$P>0.05$），同样，各组间体高增加量、体斜长增加量和腰角宽增加量也差异不显著（$P>0.05$）；W100组胸围初始值显著低于其他试验组（$P<0.05$），而各组间56日龄的胸围和14~56日龄的胸围增加量差异不显著（$P>0.05$）。

表 5　椰子油和棕榈油对哺乳期犊牛体尺指标的影响

Table 5　Effects of coconut oil and palm oil on body measurements of sucking calves　　cm

项目 Items	日龄 Days of age	组别 Groups					SEM	*P* 值 *P*-value
		W100	C50	C100	P50	P100		
体高 Wither height	14	78.9	78.6	78.4	80.4	77.7	0.46	0.471
	56	85.6	86.8	85.3	87.8	85.7	0.45	0.216
增加量 Change	14~56	6.7	8.0	6.9	7.4	8.0	0.31	0.586
胸围 Heart girth	14	82.5^{b}	85.0^{a}	84.8^{a}	86.5^{a}	85.9^{a}	0.41	0.015
	56	97.7	100.2	96.6	98.7	98.5	0.49	0.256
增加量 Change	14~56	15.2	15.2	11.8	12.3	12.6	0.56	0.119
体斜长 Body length	14	72.5^{b}	72.7^{b}	73.7^{ab}	76.1^{a}	74.0^{ab}	0.42	0.039
	56	83.7	85.9	84.0	86.3	83.4	0.62	0.323
增加量 Change	14~56	11.2	13.2	10.4	10.2	9.4	0.54	0.236
腰角宽 Hip width	14	17.5	17.1	17.5	17.9	17.7	0.13	0.381
	56	21.0	20.9	21.2	21.6	20.9	0.15	0.484

chinaXiv:201812.00437v1

增加量 Change	14~56	3.6	3.8	3.7	3.7	3.2	0.10	0.440

2.1.3 粪便指数和腹泻率

由表6可知，各组间粪便指数和腹泻率差异不显著（*P*>0.05）。从数值上看，整个试验期内C50组与W100相比粪便指数和腹泻率分别降低了5.3%和26.7%，P50组与W100组相比粪便指数和腹泻率分别降低了5.9%和3.4%，C100组和P100组与W100组相比腹泻率分别增加了26.7%和10.0%。

表6　椰子油和棕榈油对哺乳期犊牛粪便指数和腹泻率的影响

Table 6　Effects of coconut oil and palm oil on fecal index and diarrhea rate of sucking calves

项目	组别 Groups					SEM	*P* 值
Items	W100	C50	C100	P50	P100		*P*-value
粪便指数 Fecal index	2.05	1.94	2.04	1.93	1.99	0.029	0.580
腹泻率 Diarrhea rate/%	8.93	6.55	11.31	8.63	9.82	4.047	0.613

2.2　椰子油和棕榈油对哺乳期犊牛血清生化指标的影响

由表7可知，各组间血清TC、TG、HDL-C、LDL-C和NEFA含量差异不显著（*P*>0.05）,但从数值上看P100组在血清TC、HDL-C和LDL-C含量低于其他组。

表7　椰子油和棕榈油对哺乳期犊牛血清生化指标的影响

Table7　Effects of coconut oil and palm oil on the serum biochemical indexes of sucking calves

项目	组别 Groups					SEM	*P* 值
Items	W100	C50	C100	P50	P100		*P*-value
总胆固醇 TC/(mmol/L)	1.94	2.08	1.91	2.17	1.51	0.089	0.093
甘油三酯 TG/(mmol/L)	0.14	0.15	0.17	0.14	0.14	0.008	0.644
高密度脂蛋白胆固醇 HDL-C/(mmol/L)	0.67	0.72	0.68	0.72	0.56	0.026	0.313
低密度脂蛋白胆固醇 LDL-C/(mmol/L)	1.22	1.31	1.15	1.39	1.01	0.051	0.178
游离脂肪酸 FFA/(μ mol/L)	178.0	174.7	160.1	152.3	155.9	4.864	0.381

2.3 椰子油和棕榈油对哺乳期犊牛营养物质消化代谢的影响

由表8可知，试验各组间DMI和粪便排出量没有显著差异（*P*>0.05）；DM、CP、OM、Ca和P的表观消化率组间差异也不显著（*P*>0.05）；EE的表观消化率P100组与其他组相比有降低的趋势（*P*=0.063）。

表8　椰子油和棕榈油对哺乳期犊牛营养物质消化代谢的影响

Table 8　Effects of coconut oil and palm oil on digestion and metabolism of sucking calves

项目	组别 Groups					SEM	*P* 值
Items	W100	C50	C100	P50	P100		*P*-value
干物质采食量 DMI/(kg/d)	1.69	1.69	1.66	1.68	1.64	0.022	0.961
粪便排出量 Fecal output/(kg/d)	0.30	0.29	0.30	0.29	0.32	0.007	0.787
表观消化率 Apparent digestibility/%							
干物质 DM	82.17	82.74	81.81	83.01	80.72	0.345	0.301
粗蛋白质 CP	81.60	82.46	79.51	82.38	81.60	0.519	0.162

chinaXiv:201812.00437v1

ChinaXiv合作期刊

有机物 OM	85.55	85.77	85.36	86.43	84.45	0.323	0.492
粗脂肪 EE	88.72	89.97	87.66	84.01	76.79	1.596	0.063
钙 Ca	62.56	65.04	60.49	59.57	59.90	1.014	0.408
磷 P	93.08	94.10	92.95	92.33	95.40	0.394	0.134

2.4 椰子油和棕榈油对哺乳期犊牛能量利用率的影响

由表9可知，试验各组间摄入总能、粪能、尿能、消化能、代谢能、总能消化率、总能代谢率、消化能代谢率均没有显著差异（P>0.05）；P100组粪能与其他组相比有增加的趋势（P=0.084）；P100组总能消化率与其他组相比有降低的趋势与（P=0.067）。

表9 椰子油和棕榈油对哺乳期犊牛能量利用的影响

Table 9 Effects of coconut oil and palm oil on energy utilization rate of sucking calves

项目 Items	组别 Groups W100	C50	C100	P50	P100	SEM	P 值 P-value
摄入总能 GEI/[MJ/(kgW$^{0.75}$ • d)]	1.59	1.62	1.62	1.62	1.68	0.017	0.557
粪能 FE/[MJ/(kgW$^{0.75}$ • d)]	0.25	0.25	0.26	0.24	0.29	0.007	0.084
尿能 UE/[MJ/(kgW$^{0.75}$ • d)]	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.002	0.353
消化能 DE/[MJ/(kgW$^{0.75}$ • d)]	1.34	1.37	1.36	1.38	1.38	0.015	0.886
代谢能 ME/[MJ/(kgW$^{0.75}$ • d)]	1.17	1.19	1.13	1.21	1.15	0.016	0.551
总能消化率 GE digestibility/%	84.28	84.77	83.83	85.16	81.98	0.367	0.067
总能代谢率 Metabolic rate of GE/%	73.91	73.64	73.25	75.46	72.85	0.397	0.289
消化能代谢率 Metabolic rate of DE/%	87.61	87.05	87.35	88.40	88.05	0.247	0.454

3 讨 论

3.1 椰子油和棕榈油对哺乳期犊牛生长性能的影响

犊牛从出生到断奶，生长发育迅速，体脂储存不足，能量需求量大[20]，适宜的能量供应是保证生长发育的关键因素，脂肪相较碳水化合物和蛋白质能值高、效益大。饲粮中脂肪的添加量通常与机体能量的需要量紧密相关，而进一步的研究表明，犊牛生长和健康状况与脂肪或脂肪酸有关。Jenkins等[20]和Hill等[5,21]研究发现，饲粮中不同脂肪源或脂肪酸会影响哺乳期犊牛生长性能和免疫机能。Karcher等[14]研究发现代乳品中添加2%亚麻油或2%鱼油与添加猪油相比对哺乳期犊牛的ADG、饲料转化率、粪便评分和腰角宽的影响没有显著影响，但亚麻油的添加增加了饲粮中n-3多不饱和脂肪酸（polyunsaturated fatty acids,PUFA）含量，降低了骨调素、白细胞介素8（*IL*-8）等促炎性细胞因子的基因表达。n-3PUFA是指从碳链甲基端起第1个双键位于第3位碳原子上的PUFA，依据双键位置的不同，PUFA还包括n-6、n-7和n-9系列。其中n-3PUFA和n-6PUFA属于动物机体必需脂肪酸，具有重要的生物学功能。n-3PUFA在免疫反应中对免疫细胞的增殖、活化及细胞因子的产生和免疫应答具有调节作用，人和动物上的研究证实n-3PUFA与动脉粥样硬化、冠心病、炎性疾病和行为障碍等疾病的改善也有关[22]。二十二碳六烯酸（DHA，C22:6）也是一种

chinaXiv:201812.00437v1

chinaXiv:201812.00437v1

重要的n-3PUFA，属于α-亚麻酸的衍生物，是细胞膜上磷脂的重要组成物质，研究发现DHA与大脑发育和视网膜的功能相关[23]。在哺乳期犊牛上的研究发现，增加饲粮中α-亚麻酸含量增加了犊牛的ADG和饲料转化率[14]。研究发现n-6PUFA对炎性反应既有促进作用也有抑制作用，可能呈剂量相关性，有研究就发现亚油酸和花生四烯酸（arachidonic acid,AA）既有促炎性作用也有抗炎性作用[24]。本试验使用椰子油和棕榈油替代乳脂降低了代乳品中n-3PUFA含量，升高了n-6PUFA含量和PUFA总量，犊牛的生长性能和腹泻情况并未出现增加和改善，这有可能与PUFA的添加量较低有关。Garcia等[4]研究表明，1~30日龄荷斯坦犊牛亚油酸和α-亚麻酸适宜的添加量分别在3~5 g/d和0.3~0.6 g/d，它们能提高生长性能，改善免疫机能。本试验中，W100组（0.6 g/d亚油酸，0.6 g/d α-亚麻酸）、C50组（0.9 g/d亚油酸，0.3 g/d α-亚麻酸）、C100组（1.3 g/d亚油酸，0.1 g/d α-亚麻酸）、P50组（3.2 g/d亚油酸，0.3 g/d α-亚麻酸）、P100组（5.6 g/d亚油酸，0.1 g/d α-亚麻酸）的添加量低于该适宜添加量。随着PUFA生理作用研究的深入，研究发现不仅PUFA含量影响生理功能，n-6/n-3平衡对机体生长和免疫性能也具有重要影响。本试验结果显示，各组ADG、饲料转化率和腹泻率差异不显著，但从数值上看C100组和P100组的ADG和饲料转化率较低，而腹泻率较高，这有可能是n-6/n-3高的C100组和P100组（19.75和49.62）对生长和免疫促进作用低于n-6/n-3低的W100组、C50组和P50组。这与高巧仙等[24]和Pilevar等[25]报道相似。Leskanich等[26]研究报道，亚油酸和α-亚麻酸在猪饲粮中的最适比例是10:1；Klein等[27]研究报道，对于婴幼儿来讲亚油酸和α-亚麻酸的最适宜比例是6:1。本试验中各组间生长性能数据没有显著差异，这表明反刍动物相对于单胃动物对n-6PUFA、n-3PUFA平衡有更大的耐受性。但从生长性能各指标的数值上看，n-6/n-3处于1.05~10.89的低水平组的生长效果优于高比例组。Hill等[5]对犊牛的研究也发现，亚油酸/α-亚麻酸为7.8和10.9对ADG的影响显著高于该比例为17.9时。本试验中，C50组和C100组与W100组相比MCFA含量较高。王钰飞等[28]报道，MCFA或MCT能促进哺乳期仔猪生长，提高饲料转化率，降低死亡率，并改善肠道微生物结构、抑制病原菌活性。Price等[29]研究发现，饲粮中添加12%的MCT反而降低了生长性能。王建红[30]研究发现，使用不同比例的椰子油替代大豆油，对肉仔鸡的生长和饲料利用率没有显著影响。由此可见，目前MCFA对动物生长性能的影响结果并不一致，这可能与试验动物及饲粮MCFA含量有关。本试验使用椰子油和棕榈油替代乳脂，代乳粉MCFA含量的差异也并未对哺乳期犊牛生长性能产生显著差异。Mills等[13]在犊牛上研究发现，使用椰子油替代2%的乳脂增加了肝脏和胴体脂肪沉积，但对生长性能没有显著影响。文远红等[31]研究发现，采用不同比例的棕榈油替代大豆油对罗非鱼幼鱼体重、饲料转化率和存活率没有显著影响。任春晓[32]研究发现，哺乳期仔猪饲分别喂6%的豆油、6%棕榈油、7.5%粉末棕榈油和7.5%

的粉末椰子油，对仔猪增重、平均日采食量和饲料转化率无显著影响。以上研究结果与本试验结果相似。综上所述，本试验使用椰子油和棕榈油替代不同比例乳脂，改变了犊牛代乳粉中MCFA、PUFA等脂肪酸的含量，而犊牛生长性能并没有受到显著影响，这可能是由于油脂中不同脂肪酸之间存在互补效应。

3.2　椰子油和棕榈油对哺乳期犊牛血清生化指标的影响

血脂浓度变化与饲料中脂肪组成和脂肪代谢密切相关，测定血脂浓度在一定程度上可以反映饲粮中组成对机体脂代谢的影响。研究已经证实血脂浓度受饲粮脂肪水平的影响，高脂饲粮具有升高血脂的作用[33]。另外，饲粮脂肪水平相同时，脂肪来源或脂肪酸组成也具有重要的影响。MCFA与LCFA相比，可有效降低重高血脂症患者LDL-C和TG浓度[34]。PUFA具有降血脂的作用，有研究报道n-3PUFA具有降低TG、TC、LDL-C、VLDL-C和升高HDL-C含量的作用[35]；张艳荣等[36]对高血脂大鼠的研究发现，n-6PUFA也具有显著降底血清TG、TC含量，并升高HDL-C含量的作用。降低血脂的作用机制可能是PUFA可以激活肝脏中过氧化物酶体增殖激活受体α（peroxisomal proliferative activation receptor alpha,PPARα），而PPARα激活后通过刺激脂肪的β-氧化和葡萄糖代谢以及调控胆固醇和体脂代谢[37]，从而降低血脂。刘忠臣等[38]研究发现，断奶仔猪分别饲喂10%椰子油、10%的鱼油和10%的猪油，富含PUFA的鱼油显著降低了血清TG和TC含量。任春晓[32]研究发现，仔猪饲粮中添加棕榈油粉末、椰子油粉末和豆油对第22和33天血清TG、TC、LDL-C和HDL-C浓度没有显著影响。本试验结果显示，使用椰子油、棕榈油不同水平替代乳脂，改变了代乳品中脂肪酸组成，然而，犊牛血清TC、TG、HDL-C、LDL-C和NEFA含量没有显著变化，这与生长性能的表现相似。因此关于犊牛代乳品中使用椰子油或棕榈油对血脂代谢的影响需要更多试验来确定。

3.3　椰子油和棕榈油对哺乳期犊牛营养物质消化代谢的影响

哺乳期犊牛消化系统发育不完善，此时对营养物质的消化吸收与单胃动物相似，主要依赖于皱胃和肠道的消化吸收。本试验结果显示，哺乳期犊牛各组DM、CP、OM、Ca、P的表观消化率没有显著差异，而EE的表观消化率P100组与其他组相比有降低的趋势。这可能与不同油脂的消化率不同有关。研究发现油脂的消化率可能与脂肪的碳链长短和不饱和度相关。通常脂肪酸碳链长短与油脂消化率成反比，MCFA含量高的油脂消化率高于LCFA高的油脂。MCFA和LCFA的代谢特点不同，前者酯化率低，溶解性高，吸收速度快，可不经过脂肪酶作用直接被消化吸收，并通过门静脉系统运输到肝脏氧化代谢快速提供能量[39-40]，后者在消化吸收或氧化代谢过程受到脂肪酶、肉碱转移酶I、氧化限制酶等的影响消化吸收及代谢过程较低。Hong等[41]研究发现，断奶仔

chinaXiv:201812.00437v1

chinaXiv:201812.00437v1

猪饲粮中添加0.33%或0.55%的中链甘油三酯显著提高了DM、GE、CP的全消化道消化率。有研究报道不饱和脂肪酸的消化率高于饱和脂肪酸，可能脂肪的水溶性差异有关[33]，不饱和脂肪酸的水溶性高于饱和脂肪酸。椰子油替代乳脂增加了MCFA含量，棕榈油替代乳脂增加了LCFA及PUFA的含量，因而对EE的表观消化率产生不同的影响。由本试验结果可知，以EE表观消化率为指标，当使用椰子油和棕榈油完全替代乳脂时，椰子油组的利用效果优于棕榈油。

3.4 椰子油和棕榈油对哺乳期犊牛能量利用率的影响

脂肪或脂肪酸作为重要的能源物质，其能量利用率的高低是衡量油脂优劣的重要指标。从本试验结果可以看出，椰子油和棕榈油与对照组相比能量利用率没有显著差异，总能消化率和总能代谢率分别在84%左右和76%左右。这可能与哺乳期犊牛特殊的生理状态和环境有关。哺乳期犊牛生长发育快，机体代谢率高，免疫机能不完善易受应激影响，因此能量需求量大。本试验进行过程中环境平均温度长时间低于15 ℃，而长期的低温环境可能引起犊牛冷应激[42]，从而增加脂肪的代谢供能作用。任春晓[32]的试验表明，豆油、椰子油粉末和棕榈油粉末对仔猪的能量利用率没有明显差异，这与本试验结果相近。由此可见，在本试验条件下，较低的环境温度增加了脂肪代谢利用，而使用椰子油和棕榈油替代乳脂，在脂肪水平一致的情况下对哺乳期犊牛能量的利用率没有显著差异。

4 结 论

① 本试验使用椰子油或棕榈油替代乳脂改变了代乳品中的脂肪酸组分，与全乳脂组相比，椰子油增加了代乳品的中链脂肪酸比例并降低PUFA比例，而棕榈油降低了重量脂肪酸比例并增加了PUFA比例。

② 通过椰子油和棕榈油50%、100%替代乳脂对哺乳期犊牛生长性能、血清生化指标、能量利用率和营养物质表观消化率的影响均无显著影响，但在一定程度上椰子油和棕榈油100%替代乳脂降低了ADG和饲料转化率，且棕榈油100%替代乳脂有降低EE表观消化率和总能消化率的趋势，这说明使用椰子油或棕榈油替代乳脂对哺乳期犊牛生长性能和营养代谢利用无不良影响，而100%替代的效果不及50%替代。

参考文献：

[1] CHASE C C L,HURLEY D J,REBER A J.Neonatal immune development in the calf and its impact on vaccine response[J].Veterinary Clinics of North America,2008,24(1):87–104.

[2] GODDEN S.Colostrum management for dairy calves[J].Veterinary Clinics of North America,2008,24(1):19–39.

[3] PANTOPHLET A J,GERRITS W J J,VONK R J,et al.Substantial replacement of lactose with fat in a high-lactose

chinaXiv:201812.00437v1

milk replacer diet increases liver fat accumulation but does not affect insulin sensitivity in veal calves[J].Journal of Dairy Science,2016,99(12):10022–10032.

[4] GARCIA M,SHIN J H,SCHLAEFLI A,et al.Increasing intake of essential fatty acids from milk replacer benefits performance,immune responses,and health of preweaned Holstein calves[J].Journal of Dairy Science,2015,98(1):458–477.

[5] HILL T M,ALDRICH J M,SCHLOTTERBECK R L.Effects of changing the essential and functional fatty acid intake of dairy calves[J].Journal of Dairy Science,2009,92(2):670–676.

[6] BOWEN Y W S,SWANK V A,EASTRIDGE M L,et al.Jersey calf performance in response to high-protein, high-fat liquid feeds with varied fatty acid profiles:intake and performance1[J].Journal of Dairy Science，2013,96(4):2494-2506.

[7] USDA.Oli seed: world market and trade[R].[S.l.]: USDA,2017.[2017-02-21].

[8] VICTORINO T J.Environmental impact of palm oil[M].[S.l.]:Log Press,2011.

[9] BACH A C,BABAYAN V K.Medium-chain triglycerides:an update[J].American Journal of Clinical Nutrition,1982,36(5):950–962.

[10] DAYRIT F M.The Properties of lauric acid and their significance in coconut oil[J].Journal of the American Oil Chemists Society,2015,92(1):1–15.

[11] WILSON T A,NICOLOSI R J,KOTYLA T,et al.Different palm oil preparations reduce plasma cholesterol concentrations and aortic cholesterol accumulation compared to coconut oil in hypercholesterolemic hamsters[J].The Journal of Nutritional Biochemistry,2005,16(10):633–640.

[12] GRAULET B,GRUFFAT-MOUTY D,DURAND D,et al.Effects of milk diets containing beef tallow or coconut oil on the fatty acid metabolism of liver slices from preruminant calves[J].British Journal of Nutrition,2000,84(3):309–318.

[13] MILLS J K,ROSS D A,VAN AMBURGH M E.The effects of feeding medium-chain triglycerides on the growth,insulin responsiveness,and body composition of Holstein calves from birth to 85 kg of body weight[J].Journal of Dairy Science,2010,93(9):4262–4273.

[14] KARCHER E L,HILL T M,BATEMAN N H G,et al.Comparison of supplementation of n-3 fatty acids from fish and flax oil on cytokine gene expression and growth of milk-fed Holstein calves[J].Journal of Dairy Science,2014,97(4):2329–2337.

[15] 杨春涛.热带假丝酵母与桑叶黄酮对犊牛生长和胃肠道发育的影响[D].硕士学位论文.北京:中国农业科学

院,2016.

[16] AOAC.Official methods of analysis of AOAC international[M].17th ed.Washington,D.C.:Association of Official Anlytical Chemists,2000.

[17] 张乃锋.蛋白质与氨基酸营养对早期断奶犊牛免疫相关指标的影响[D].博士学位论文.北京:中国农业科学院,2008.

[18] MCDONALD P,EDWARDS R A,GREENHALGH J F D,et al.Animal nutrition[M].6th ed.England:Longman Group United Kingdom,2002.

[19] 张蓉.能量水平及来源对早期断奶犊牛消化代谢的影响研究[D].硕士学位论文.北京:中国农业科学院,2008.

[20] JENKINS K J,KRAMER J K,SAUER F D,et al.Influence of triglycerides and free fatty acids in milk replacers on calf performance,blood plasma,and adipose lipids[J].Journal of Dairy Science,1985,68(3):669–680.

[21] HILL T M,II H G B,PAS J M A,et al.Effect of various fatty acids on dairy calf performance[J].Professional Animal Scientist,2011,27(3):167–175.

[22] NEURINGER M,ANDERSON G J,CONNOR W E.The essentiality of n-3 fatty acids for the development and function of the retina and brain[J].Annual Review of Nutrition,1988,8(1):517–541.

[23] FRITSCHE K L.Too much linoleic acid promotes inflammation-doesn't it[J].Prostaglandins,Leukotrienes and Essential Fatty Acids,2008,79(3/4/5):173–175.

[24] 高巧仙,宋代军,靳露.饲粮n-6/n-3多不饱和脂肪酸比例对畜禽健康和产品品质的影响[J].动物营养学报,2013,25(7):1429–1436.

[25] PILEVAR M,ARSHAMI J,GOLIAN A,et al.Effects of dietary n-6:n-3 ratio on immune and reproductive systems of pullet chicks[J].Poultry Science,2011,90(8):1758–1766.

[26] LESKANICH C O,NOBLE R C.The comparative roles of polyunsaturated fatty acids in pig neonatal development[J].British Journal of Nutrition,1999,81(2):87–106.

[27] KLEIN C J.Nutrient requirements for preterm infant formulas[J].Journal of Nutrition,2002,132(Suppl.1):1395S–1577S.

[28] 王钰飞,齐岩,铃田靖幸,等.中链脂肪酸在新生仔猪上的研究与应用[J].动物营养学报,2015,27(7):1997–2004.

[29] PRICE K L,LIN X,VAN H E,et al.Diet physical form,fatty acid chain length,and emulsification alter fat utilization and growth of newly weaned pigs[J].Journal of Animal Science,2013,91(2):783–792.

[30] 王建红.中链甘油三酯对肉仔鸡脂肪代谢和肉品质的影响及其作用机理[D].博士学位论文.北京:中国农业大学,2015.

chinaXiv:201812.00437v1

ChinaXiv合作期刊

[31] 文远红,米海峰,张璐,等.棕榈油替代大豆油对吉富罗非鱼幼鱼生长性能、肌肉营养组成和血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2016,28(3):953–960.

[32] 任春晓.不同油脂对仔猪饲粮养分利用率、生长性能及血清生化指标的影响[D].硕士学位论文.广州:华南农业大学,2016.

[33] 张海华,张铁涛,周宁,等.饲粮脂肪水平对哺乳期水貂生产性能及血液生化指标的影响[J].动物营养学报,2014,26(8):2225–2231.

[34] 张月红,刘英华,王觐,等.中长链脂肪酸食用油降低超重高甘油三酯患者血脂和低密度脂蛋白胆固醇水平的研究[J].中国食品学报,2010,10(2):20–27.

[35] 郑秋甫.Omega-3多不饱和脂肪酸的研究进展[J].中华保健医学杂志,2011,13(5):357–360.

[36] 张艳荣,单玉玲,李玉.姬松茸ω-6多不饱和脂肪酸对高血脂鼠的降血脂作用[J].吉林大学学报（医学版）,2006,32(6):960–963.

[37] PETRESCU A D,HUANG H,MARTIN G G,et al.Impact of L-FABP and glucose on polyunsaturated fatty acid induction of PPARα-regulated β-oxidative enzymes[J].American Journal of Physiology：Gastrointestinal and Liver Physiology,2013,304(3):G241–G256.

[38] 刘忠臣,陈代文,余冰,等.不同脂肪来源对断奶仔猪生长性能和脂类代谢的影响[J].动物营养学报,2011,23(9):1466–1474.

[39] GUILLOT E,VAUGELADE P,LEMARCHAL P,et al.Intestinal absorption and liver uptake of medium-chain fatty acids in non-anaesthetized pigs[J].British Journal of Nutrition,1993,69(2):431–442.

[40] 宋增廷,王华朗,杨荣,等.脂肪酸功能及其在养猪生产中应用的研究进展[J].中国畜牧兽医,2015,42(12):3253–3260.

[41] HONG S M,HWANG J H,KIM I H.Effect of medium-chain triglyceride (MCT) on growth performance,nutrient digestibility,blood characteristics in weanling pigs[J].Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,2012,25(7):1003–1008.

[42] 孟祥坤,曹兵海,庄宏,等.慢性冷应激对西门塔尔杂交犊牛免疫相关指标的影响[J].中国农业大学学报,2010,15(6):65–70.

Effects of Different Fatty Acid Sources in Milk Replacer on Growth Performance, Digestion and Metabolism of Sucking Calves

HU Fengming　DONG Lifeng　BI Yanliang　MA Junnan　WANG Bing　DIAO Qiyu　TU Yan*

*Corresponding author, professor, E-mail：tuyan@caas.com

（责任编辑　王智航）

chinaXiv:201812.00437v1

ChinaXiv合作期刊

(*Beijing Key Laboratory for Dairy Nutrition, Feed Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing* 100081, *China*)

Abstract: The objective of study was to determine the effects of butterfat replaced by coconut oil or palm oil in milk replacer on growth performance, digestion and metabolism of sucking calves. Sixty newborn Holstein calves were randomly assigned to one of five groups. Calves in different groups were fed five isonitrogen and isoenergetic replacers with different butterfat sources, which were as follows: 1) butterfat as sole fat sources in milk replacer; 2) 50% butterfat was replaced by coconut oil; 3)100% butterfat was replaced by coconut oil; 4) 50% butterfat was replaced by palm oil; 5)100% butterfat was replaced by palm oil. The trial lasted for 56 days. The results showed as follows :1) at 14 to 56 days of age, the replacement of coconut oil or palm oil at 50% or 100% did not significantly affect average daily gain, dry matter intake, feed efficiency, and diarrhea rate (P>0.05); 2) serum total cholesterol, triglycerides, high density lipoprotein cholesterol, low density lipoprotein cholesterol and free fatty acid contents were not significant affected by the replacement of coconut oil or palm oil at 50% or 100% (P>0.05); 3) The apparent digestibility of dry matter, organic matter, ether extract, calcium and phosphorus, and energy utilization rate were not significant affected by the replacement of coconut oil or palm oil at 50% or 100% (P>0.05). The change of fatty acid composition by replacement of butterfat by coconut oil and palm oil in milk replacer has little effect on growth performance, digestion and metabolism of nutrients of sucking calves.

Key words: sucking calf; coconut oil; palm oil; milk replacer; growth performance; digestion and metabolism

chinaXiv:201812.00437v1